



Vulnerabilidad de la movilidad en Quito inducida por la exposición a las inundaciones de un medio de transporte clave: el trolebús

Florent Demoraes

► To cite this version:

Florent Demoraes. Vulnerabilidad de la movilidad en Quito inducida por la exposición a las inundaciones de un medio de transporte clave: el trolebús. Panam XII - Congreso Panamericano de Tránsito y Transporte - 2002, Nov 2002, Quito, Ecuador. hal-01284504

HAL Id: hal-01284504

<https://hal.science/hal-01284504>

Submitted on 7 Mar 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VULNERABILIDAD DE LA MOVILIDAD EN QUITO INDUCIDA POR LA EXPOSICIÓN A LAS INUNDACIONES DE UN MEDIO DE TRANSPORTE CLAVE: EL TROLEBÚS

Florent DEMORAES

Doctorante en el Laboratorio EDYTEM – UMR 5204

Université de Savoie – Chambéry - Francia

florent.demoraes@univ-savoie.fr

RESUMEN

El concepto de “vulnerabilidad” ha sido utilizado en los estudios de transporte con una gran variedad de acepciones según los autores y no siempre de forma directa o explícita. En algunos trabajos incluso no se menciona el término. Existen varias orientaciones en los análisis convencionales de vulnerabilidad de los sistemas de transporte. Unos se enfocan sobre las debilidades institucionales, jurídicas, organizacionales, técnicas que explican el origen de algunos problemas, algunos disfuncionamientos recurrentes. Otros se enfocan sobre la susceptibilidad de daños de la red vial frente a una eventual amenaza (sismo). Otros indagan la vulnerabilidad asociada al transporte de mercancías peligrosas. En el presente artículo se orienta el análisis de la vulnerabilidad a partir de dos principales aspectos. Primero se identificará los elementos de mayor interés del transporte y vialidad en Quito y segundo se evaluará su exposición a las inundaciones. Se analizará de manera más específica la exposición de un elemento clave del sistema de transporte capitalino: el sistema trolebús. El transporte urbano tiende a organizarse en torno a intersecciones neurálgicas, nodos esenciales, ejes viales de gran capacidad, corredores importantes. Los desplazamientos se articulan mayoritariamente teniendo como base a estos componentes claves porque permiten gestionar un alto porcentaje de flujos con mayor comodidad, rapidez, y asegurar gran parte de las prácticas de movilidad cotidianas. El daño o fallo de uno de esos elementos de mayor interés en caso de advenimiento de un fenómeno tal como una inundación, un deslizamiento, un sismo puede desorganizar sustancialmente el funcionamiento habitual del transporte y la movilidad urbana. En este sentido la vulnerabilidad del soporte físico del transporte (infraestructuras viales) influye directamente sobre la organización de la movilidad urbana cotidiana. Por lo tanto, es importante conocer cuáles son los elementos de mayor interés del transporte y vialidad expuestos a los diferentes peligros para poder orientar las políticas de gestión urbana hacia una planificación preventiva que permita reducir la vulnerabilidad de la red vial y de la ciudad en general.

PALABRAS CLAVE: vulnerabilidad, movilidad cotidiana, transporte público, elementos de mayor interés, inundación, trolebús, Quito

1 - INTRODUCCION

El análisis de la vulnerabilidad de la movilidad cotidiana de una ciudad inducida por la exposición ante amenazas de los elementos de mayor interés de su sistema de transporte corresponde a un tema innovador. Generalmente, la vulnerabilidad del transporte está estudiada bajo otras perspectivas. Los análisis presentados en las actas del congreso internacional CODATU VIII (El Cabo / Africa del Sur - septiembre del 1998) se fundan en estudios de casos diversos y demuestran que el transporte urbano presenta problemas en las ciudades de todos los continentes. Obviamente los desafíos son diferentes y las condiciones locales muy distintas. Sin embargo, la mayoría de los trabajos analizan la complejidad del transporte, en especial en relación con el funcionamiento general de la ciudad. Los problemas son analizados tomando en cuenta el marco institucional y financiero (Barbieux, 1998), el marco técnico (Ayón-Gayala, 1998), el contexto demográfico (Chakravarty, 1998), la organización empresarial (Henry, 1998), etc. Pero ninguna ponencia trata las perturbaciones coyunturales debidas a fenómenos ocasionales que sí pueden causar perturbaciones en los desplazamientos urbanos y generar consecuencias negativas a largo plazo para una ciudad. De igual manera, pocos estudios consideran la dimensión geográfica que permite identificar una serie de riesgos cuando corresponden territorialmente los elementos claves del sistema de transporte con las zonas expuestas a peligros. La dimensión espacial está considerada en escasos trabajos como en el de Chesnais (1998) que demuestra que el uso de un SIG (Sistema de Información Geográfico) es una herramienta útil para apoyar a la gestión de los desplazamientos urbanos.

En cambio, para el análisis de la vulnerabilidad de la movilidad cotidiana urbana, el estudio de las perturbaciones repentinas, la comprensión de sus causas y el análisis de la dimensión espacial del transporte (en especial sus elementos de mayor interés) son componentes fundamentales que se detallan en las siguientes secciones.

La movilidad corresponde a una serie de intercambios, flujos, desplazamientos realizados con diferentes motivos, con diferentes medios de transporte (bus, metro...) que se organizan sobre un soporte físico (red vial, ferrocarril...) y que depende de la distribución espacial de las actividades urbanas y del sitio en el que se encuentra asentada la ciudad. El transporte tiende a crear lugares preferenciales para su funcionamiento que pueden ser puntuales (terminales terrestres, estaciones de transferencia, intersecciones neurálgicas...), lineales (vías arteriales, corredores de transporte colectivo...) y zonales (sectores de concentración de infraestructuras viales). A esas concentraciones territoriales se les puede llamar "elementos de mayor interés o componentes espaciales claves para el funcionamiento del transporte". Algunos estudios (D'Ercole et al., 2000) muestran la pertinencia de la identificación de los elementos de mayor interés ("*enjeux*" en francés) en el sentido en que permite entender los rasgos principales del funcionamiento de una ciudad y sus debilidades (económico, educación, salud, transporte...).

En la práctica, la organización cotidiana del transporte urbano (se pondrá mayor énfasis sobre el transporte colectivo de personas en la presente ponencia) se articula mayoritariamente sobre esos componentes fundamentales. Es así como, en caso de cierre de un eje vital, de interrupción de un servicio de transporte esencial las dinámicas usuales,

los patrones de movilidad habituales y la accesibilidad a sectores centrales serán perturbados. Las consecuencias para la ciudad pueden ser significativas a corto como a largo plazo.

2 - IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE MAYOR INTERÉS DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE QUITO Y REPRESENTACION CARTOGRÁFICA EN UN SIG

Se utilizó informaciones de fuentes diversas que se encuentran centralizadas y georeferenciadas en un Sistema de Información Geográfica único gestionado y actualizado por la Unidad de Estudios e Investigación (UEIM) de la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda (DMTV-MDMQ) en colaboración con el IRD (Institut de Recherche pour le Développement / Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo)¹.

A partir de la información disponible se hizo un primer intento de determinación tipológica, cualitativa, cuantitativa y representación espacial de los elementos de mayor interés del transporte en la ciudad de Quito. Se utilizó el software SAVGIS, Sistema de Información Geográfica desarrollado por Marc Souris, investigador en el IRD.

El uso de un SIG, permite la representación cartográfica de las variables de una base de datos numéricos o nominales. Por lo tanto, es una herramienta cómoda para graficar los elementos de mayor interés como los del transporte urbano que sean tipológicos, cualitativos o cuantitativos, sean estos puntuales, lineales o zonales. Se determinaron los elementos siguientes:

2.1 - Los Elementos Puntuales

- el aeropuerto Mariscal Sucre (Figura 1a) es junto con el de Guayaquil el más grande del Ecuador, además tiene un papel muy importante para las exportaciones (flores). La actividad aeroportuaria genera cotidianamente una cantidad significativa de flujos al interior de las ciudades y al interior del área metropolitana (corresponde al destino de muchos viajes iniciados en los sectores suburbanos de producción). En este sentido se puede asociar el aeropuerto a una centralidad urbana.
- las infraestructuras viales mayores tales como los pasos a desnivel, viaductos, intercambiadores, puentes, túneles (Figura 1a) son elementos estratégicos para la circulación urbana porque permiten disminuir localmente la congestión en intersecciones muy transitadas, distribuir los flujos al interior de los barrios y/o facilitar las conexiones entre diferentes sectores urbanos.
- los terminales de transferencia del sistema integrado del trolebús (Figuras 1a y 1b) corresponden a los lugares de mayor destino de los usuarios del trole. Los terminales Norte,

¹ Nota: al final del presente artículo se encuentra un listado de siglas.

Sur y Moran Valverde, nodos integrados, permiten múltiples conexiones hacia las zonas periféricas de la ciudad a través de los buses alimentadores. Se incorporan también las estaciones con más de 5 000 salidas de pasajeros diarias (Figura 1b), paradas de mayor destino que permiten acceder a las zonas centrales en donde se concentran las funciones urbanas.

2.1 - Los Elementos Lineales (Figura 1a, 1b, 2)

- las vías de acceso al DMQ. Se trata de la Panamericana al Sur, la Autopista Córdova Galarza y la Panamericana al Norte y Noreste de la ciudad. Esas vías son anchas, son transitadas por una carga de vehículos elevada (más de 4 000 vehículos diarios - véase la Figura 2) y permiten la conexión con las otras provincias mediante la red vial nacional.

- las vías periféricas. Se trata de la Nueva Occidental, la Mariscal Sucre, la Nueva Oriental, la Avenida Moran Valverde y la Avenida Eloy Alfaro (tramo Norte). Esas vías son anchas, transitadas por una carga de vehículos elevada (más de 10 000 vehículos diarios en los tramos más cargados) y permiten circunvalar la ciudad y desplazarse rápidamente de un extremo al otro de la ciudad. Son conectadas con las vías de acceso a la ciudad.

- las vías de conexión con los sectores suburbanos circundantes. Se trata de la Autopista Rumiñahui y de la Interoceánica a partir del intercambiador de Cumbayá y de la Panamericana Norte entre Calderón y Carcelén. Esas vías son anchas, son transitadas por una carga de vehículos elevada (más de 8 000 vehículos diarios a la entrada a Quito) y soportan los movimientos pendulares cotidianos centro/periferia (más de 20 000 viajes diarios en transporte público). También permiten la conexión con los accesos al DMQ.

- las vías penetrantes. Se trata de las Avenida Galo Plaza Lasso, 10 de Agosto al Norte y Maldonado al Sur. Esas vías son anchas, son transitadas por una carga de vehículos elevada (más de 8 000 vehículos diarios) y permiten acceder a la zona centro. A lo largo de su recorrido se encuentran muchos pasos a desnivel que redistribuyen el tráfico al interior de la ciudad. Son conectadas con las vías periféricas (Intercambiador de Carcelén al Norte y Intercambiador de la Plywood al Sur)

- las vías urbanas principales. Son las vías que corresponden a los siguientes criterios: asfaltadas y/o con 4 carriles (2 x 2) por lo menos y/o que permiten el acceso a una urbanización, a un sector de la ciudad y/o que corresponden a los corredores principales de transporte público.

- los corredores de transporte público (troncal), ejes viales por donde circulan más de 20 líneas de bus y el corredor del trole que transporta en promedio unas 210 000 personas diarios (el 11% de los desplazamientos motorizados en transporte público). El trole es un sistema de transporte integrado (servicio y tarifa) con tres terminales alimentadas con líneas de bus.

2.3 - Los Elementos Zonales (Figura 3)

- La figura muestra zonas claves o zonas de mayor interés para la transportación urbana. Se elaboró esta figura haciendo la suma por malla de 4 hectáreas de los elementos de mayor interés previamente detallados, es decir las 5 variables siguientes:

(1) las vías estructurantes, (2) las infraestructuras viales de mayor importancia (túneles, puentes, intercambiadores, pasos a desnivel, viaducto), (3) las paradas del trole con más de 5 000 salidas de pasajeros diarias (descensos), (4) los corredores de transporte por donde pasan más de 20 líneas de bus, y (5) la troncal del trole. De este cálculo resaltan 4 zonas esenciales para la transportación urbana. Se trata del Centro Histórico, la Villa Flora, la zona de la terminal Moran Valverde, y La "Y". El sector de concentración de infraestructuras viales mayores y elementos claves del transporte corresponde a las centralidades urbanas, es decir a los sectores de alta concentración de actividades económicas, comerciales y educativas. Autores lo señalan en Quito la centralidad es muy marcada (Carrión et al., 2000; PGDT, 2000) lo que implica una convergencia de los corredores de transporte público, una afluencia de personas hacia esos sectores de gran atraktividad y una edificación de infraestructuras viales (pasos a desnivel, parqueaderos...) muy elevadas. Además, en el caso de Quito, la topografía obliga una convergencia de los principales ejes viales y flujos (cuello de botella) procedentes del Norte o del Sur hacia el Centro Histórico.

Se identificaron en esa parte los elementos de mayor interés del transporte y vialidad en Quito. Obviamente la determinación de esos componentes fundamentales sobre los cuales se articula mayoritariamente el transporte y la movilidad no es exhaustiva. Por ejemplo, se podría mencionar la terminal terrestre, los demás terminales de buses interprovinciales, las rutas alimentadoras del sistema integrado.... Esa selección permite, sin embargo, confrontar territorialmente los elementos claves del sistema de transporte con los sectores expuestos a amenazas. En el capítulo siguiente, como ejemplo, se enfocará el estudio sobre la vulnerabilidad de la movilidad urbana cotidiana que depende en gran parte del sistema integrado del trolebús, cíclicamente perturbado por diferentes motivos entre los cuales están las inundaciones.

3 - EL SISTEMA TROLEBUS FRENTE A LAS INUNDACIONES Y LAS REPERCUSIONES EN CUANTO A LAS PRACTICAS DE MOVILIDAD URBANA COTIDIANA

3.1 - Las inundaciones y sus efectos sobre el transporte y la movilidad en la ciudad de Quito

La ciudad de Quito enfrenta cíclicamente diferentes tipos de fenómenos de origen natural y antrópico. El área metropolitana está por ejemplo expuesta a erupciones volcánicas. En octubre de 1999, el volcán Guagua Pichincha entró en erupción lo que generó una serie de disfuncionamientos entre los cuales lo más importante fue el cierre del aeropuerto durante 10 días. El ciclo de exportación de flores y el tráfico de pasajeros resultó totalmente desorganizado (D'Ercole et al., 2000). Desde mediados del año 2001, el volcán Cotopaxi

también manifiesta signos de actividad, aunque benignas. Una erupción eventual estaría asociada a la producción de lahares los cuales podrían crear una ruptura en las comunicaciones entre Quito y los valles orientales (destrucción de puentes). Quito se encuentra también en una zona de alto peligro sísmico (zona IV la más alta según el Instituto Geofísico de la EPN). Sin embargo, esos dos peligros tienen una probabilidad de ocurrencia relativamente baja, muy inferior a la de los fenómenos morfoclimáticos, como las inundaciones.

En la presente ponencia se pone mayor énfasis sobre las inundaciones. Se entiende por inundación en el caso de Quito una concentración de agua que varía de unos 30 cm a 150 cm de altura. Corresponde a un fenómeno con una probabilidad de ocurrencia de una o varias veces al mes (en los meses de estación lluviosa), con una extensión que puede alcanzar más de 50 hectáreas. Las inundaciones pueden afectar diferentes lugares de la ciudad al mismo tiempo.

Las causas del advenimiento de las inundaciones son complejas en el medio urbano y no siempre fáciles de identificar, especialmente en Quito. Se puede considerar las precipitaciones, la topografía, el drenaje y la antropización del medio ambiente. El régimen pluviométrico en Quito corresponde a un clima ecuatorial templado de altura. Los aguaceros son frecuentes con intensidades maximales observadas de 42,3 mm en 60 minutos (Peltre, 1989). Son esos eventos pluviométricos intensos que suelen inducir inundaciones en la ciudad. Adicionalmente, la expansión progresiva de la ciudad generó el relleno masivo de las quebradas que bajan de las laderas circundantes lo que contribuyó a modificar las condiciones de drenaje inicialmente deficientes.

La red de alcantarillado fue diseñada para responder una demanda de evacuación de aguas servidas en los años 60-70, muy inferior a la de hoy en día. Consecuentemente, en la actualidad, se encuentra totalmente obsoleta y un alto porcentaje de inundaciones en Quito se deben a la insuficiencia de colectores de alcantarillado.

Por otro lado, las dinámicas urbanas históricas y actuales causaron en el caso de Quito y siguen causando una alta centralidad. La convergencia masiva diaria de flujos hacia esa zona volvió imperativa la edificación de obras de infraestructuras viales a partir de los años 70 para solucionar los embotellamientos. Sobre un total de 34 pasos a desnivel, 27 se encuentran en la zona de mayor afluencia (Figura 1a y 1b). La construcción de pasos deprimidos en una zona cuyo drenaje es deficiente condicionó el aumento de probabilidad de concentración de agua y las perturbaciones de tráfico. Ello se evidencia además con la repartición de las inundaciones dentro de la ciudad de Quito. Los sectores más expuestos a las inundaciones no se encuentran en el sur donde llueve más, sino que se encuentran mayoritariamente en la mitad norte de la ciudad (delimitado por la isoyeta 1 100mm por año - Figura 4), sector de mayor relleno de quebrada, de alta concentración de pasos deprimidos asociados a la centralidad.

Sobre el período de noviembre de 1997 hasta abril del 2000 se registraron 50 perturbaciones de tráfico debidas a inundaciones (CCO-UPGT). Los efectos inducidos por las inundaciones

son numerosos, directos e indirectos, duran hasta varios meses y el costo de los daños asociados puede ser elevado. Se clasificó en la tabla 1, a partir de observaciones de campo y recorte de prensa (El Comercio – El Hoy), las repercusiones inmediatas o directas en función del elemento afectado. Los impactos secundarios en cambio son más difíciles de identificar y requieren estudios más detallados.

3.2 - Exposición del sistema trolebús, medio de transporte clave, ante las inundaciones

El sistema trolebús quiteño es un elemento fundamental para la transportación capitalina. Su importancia fue creciendo paulatinamente desde su creación en 1996. En la actualidad transporta en promedio a más de 210 000 personas cada día es decir el 11% del total de los desplazamientos realizados en transporte colectivo. En relación al transporte convencional presenta la ventaja de ser propiedad municipal y directamente operado de una manera empresarial, por la UOST junto con el sector privado. Eso implica regularidad además ofrece un servicio desde las 5:30 hasta las 24:00. Adicionalmente el trole es un medio de transporte más rápido, integrado (servicio y tarifa) y circula en un carril exclusivo.

Se estima que unas 128 400 viviendas se ubican a menos de 300 metros del recorrido del trole o de las líneas alimentadores (se calculó este valor a partir de los datos de los medidores de luz residenciales de la EEQ). Estimando que en promedio viven 3,5 personas por hogar, se puede decir que alrededor de 450 000 personas tienen la alternativa de acceder directamente (caminando) al sistema integrado. La longitud total de la red integrada (recorridos ida y regreso de la troncal y de las rutas alimentadores) cubre cerca de 150 km. al interior de la ciudad. Entre los barrios Cotocollao al extremo Norte de la red y Paquisha al extremo Sur existe más de 27 km, es decir que la red cubre más del 85% de la longitud total Norte/Sur de la ciudad de Quito en estricto sentido. El sistema trolebús ofrece posibilidades para desplazarse en Quito como ningún otro medio de transporte. Eso explica su éxito.

Una encuesta realizada por la EMSAT en mayo del 2002 indica que, en caso de restricción del uso de los vehículos particulares por decisión política, el 46 % de las personas utilizaría el trole como medio de transporte alterno.

Además, desde su creación el sistema trolebús ha sido respaldado por la comunidad. Del 15 al 20 de abril de 1996, los transportistas entraron en huelga y bloquearon la ciudad. La Policía prefirió mantenerse al margen. Las causas eran la salida obligada de cerca de 1100 buses con edades de más de 20 años y el desplazamiento de las rutas que viajaban por la Avenida 10 de Agosto, desde entonces reservado al trolebús. Después de que se declara el estado de emergencia y después de un ultimátum de los militares a los transportistas de retirar sus autobuses que obstaculizaban las vías, las unidades fueron retiradas de las calles por sus propietarios. En esta ocasión, la sociedad civil se manifestó a favor de la política de transporte municipal y apoyó la implementación del sistema integrado.

El sistema trolebús es un medio de transporte muy querido y corresponde a un “bien común” de la sociedad capitalina. Corresponde a un elemento clave de las prácticas de movilidad de los quiteños.

Sin embargo, el servicio del sistema trolebús parece, en comparación con otros modos de transporte, más sensible, más frecuentemente perturbado, más fácilmente interrumpido por varias razones, y especialmente por las inundaciones.

Su recorrido atraviesa varios sectores propensos a las inundaciones. Entre la terminal norte y la terminal Sur (Figura 4) el trole pasa por 6 grandes sectores potencialmente inundables y por 5 pasos a desnivel de los cuales 3 suelen inundarse en caso de lluvias intensas (CCO). Otro sector regularmente inundado es el puente del Guambra debajo del cual pasan los troles. Este sector fue excavado para permitir la instalación de los cables eléctricos del trole ya que la altura inicial no era suficiente. Ello explica la existencia de una leve depresión topográfica lo que facilita la concentración de aguas lluvias. La travesía del Centro Histórico, del sector de la Villa Flora (en donde se está haciendo un intercambiador) y de la zona de Turubamba suele ser también problemática por el exceso de agua en la calzada. De los 6 grandes sectores potencialmente inundables que cruza el trole, 4 se encuentran al norte de la isoyeta 1100 mm / año (sector de menor precipitación), 5 corresponden a los sectores de mayor relleno de quebradas y 3 al nivel de los pasos deprimidos. Ello indica la clara evidencia de la acción antrópica en el acontecimiento de las inundaciones y consecuentemente en la exposición del trole a perturbaciones.

Adicionalmente, el funcionamiento eléctrico del trole puede volverse peligroso en caso de contacto con el agua (electrocución) y sus sistemas eléctricos pueden dañarse (como ya fue el caso el 4 de abril del 2000). No obstante, el uso del motor a diesel puede solucionar temporalmente el problema. Desde 1997, en varias ocasiones se quedaron unidades atrapadas en los sectores inundados y sufrieron daños cuyo monto fue elevado. Fue el caso del 4 de abril del 2000 (una unidad se inmovilizó en la zona de la Villa Flora por la presencia sobre la calzada de una capa de agua de 50 cm de altura). El 12 de diciembre del 2001, una unidad se quedó atrapada en el paso deprimido de la “Y”.

Además, el trole circula en un carril exclusivo con pocos puntos de salida. Es decir, en el caso de que se obstaculice el paso (sector anegadizo) le resulta más difícil circunvalar que a otro vehículo. Sin embargo, la UOST ha previsto para los sectores críticos circuitos alternativos o “loops” que ya hicieron sus pruebas a lo largo de los últimos años. En fin, como son unidades articuladas, les resulta menos práctico intentar hacer maniobras y circular por vías estrechas y sinuosas. No obstante, el trole tiene una ventaja que tiende a minimizar los problemas frente a las inundaciones o a cualquier tipo de fenómeno. Se trata del uso de las comunicaciones por radio que permiten a los conductores informarse con anticipación y desviarse.

Por otro lado, gran parte de la población de Quito es cautiva de este sistema. En un contexto de reducción presupuestaria hogareña, un porcentaje relativamente alto de los capitalinos son dependientes de este modo de transporte debido a que no tienen otras alternativas para satisfacer sus necesidades y obligaciones cotidianas. La interrupción del servicio que a veces se produce, por ejemplo, en caso de inundación suele desorganizar sustancialmente los desplazamientos habituales. Crea molestia a los usuarios que se ven obligados a

movilizarse mediante otro medio de transporte, menos rápido y generalmente más costoso por las transferencias casi inevitables en buses convencionales.

4 - CONCLUSIONES, INTERROGANTES NO DILUCIDADAS Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

El presente artículo, cuyo objetivo fue presentar la vulnerabilidad de la movilidad cotidiana en la ciudad de Quito inducida por la exposición a las inundaciones de su sistema de transporte trolebús, no es más que una visión parcial del problema. Sin embargo, evidencia el interés de continuar profundizando estos estudios en especial para la planificación preventiva. Es decir, conociendo los orígenes de las perturbaciones, se podrá orientar las políticas de inversiones viales hacia obras que no incrementan la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos perturbadores. En el caso de Quito, por ejemplo, la planificación urbana podría orientarse hacia la edificación de obras viales que no sean pasos deprimidos. Se podría por ejemplo favorecer la construcción de pasos elevados o viaductos que sin embargo cumplan con los requisitos de sismo resistencia en el sentido en que el área metropolitana se encuentra en la zona de mayor peligro sísmico del Ecuador. Por otro lado, conociendo las zonas de concentración de elementos de mayor interés del transporte y su exposición a fenómenos perjudiciales se puede sentir niveles de riesgos. En este sentido, la deconcentración territorial de los elementos claves del transporte y la creación de alternativas permitiría enfrentar mejor una situación de crisis.

Muchos aspectos de la investigación quedan por profundizar. Es complicado por ejemplo responder a la siguiente pregunta: ¿En qué medida las perturbaciones del transporte influyen sobre la vulnerabilidad de un sistema urbano? o lo contrario ¿cómo el sistema urbano influencia la vulnerabilidad del transporte urbano? El marco conceptual de la investigación de la vulnerabilidad aplicada al transporte urbano es relativamente nuevo. Futuros estudios de casos y la profundización del análisis en Quito permitirán progresivamente mejorarlo y elaborar una metodología detallada y funcional que se pueda aplicar a otras ciudades.

AGRADECIMIENTOS

Esa investigación no fuese posible sin la ayuda y colaboración de las personas e instituciones siguientes:

Dr. Robert D'Ercole y Dra Pascale Metzger, investigadores geógrafos del IRD
Arq. Hidalgo Núñez, Director del Transporte Metropolitano – MDMQ
Arq. Nury Bermúdez y Ing. José Tupiza, Unidad de Estudios e Investigaciones DMTV-MDMQ
Ing. Carlos Poveda, Subdirector de Operación de la Unidad Operadora del Sistema Trolebús – MDMQ
Ministerio de Relaciones Exteriores de Francia (Beca Lavoisier)

SIGLAS

CCO: Central de Control de Operaciones (UPGT-MDMQ)
DMT: Dirección Metropolitana de Transporte (MDMQ)
DMTV: Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda (MDMQ)
EEQ: Empresa Eléctrica de Quito
EMOP-Q: Empresa Metropolitana de Obras Públicas de Quito (MDMQ)
EMSAT: Empresa Metropolitana de Servicio y Administración del Transporte
IG-EPN: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
IRD: Institut de Recherche pour le Développement / Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo
MDMQ: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito
PGDT: Plan General de Desarrollo Territorial
SIG: Sistema de Información Geográfico
UEIM: Unidad de Estudios e Investigaciones Metropolitanas (DMTV-MDMQ)
UOST: Unidad Operadora del Sistema Trolebús (MDMQ)
UPGT: Unidad de Planificación y Gestión de Transporte (MDMQ)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ayon-Gayala, A. (1998) Mise en oeuvre d'une politique de déplacements urbains – Le cas de Brazzaville – Congo, in La politique de déplacements urbains – Outil du développement durable, Actas del Congreso Internacional CODATU VIII, El Cabo, 21-25 septiembre 1998, 55-58.

Barbieux, C. y B. Grégoire. (1998) Les transports publics urbains dans les pays en développement: Crises et perspectives, in La politique de déplacements urbains – Outil du développement durable, Actas del Congreso Internacional CODATU VIII, El Cabo, 21-25 septiembre 1998, 21-26.

Carrión, F. y R. Vallejo. (2000) Quito, Capítulo 16, in Métropoles en mouvement, une comparaison internationale DUREAU F. et al, Collection Villes, Ed. Economica, IRD, 603-611.

Chakravarty, A. K. y Y. P. Sachdeva. (1998) Sustainable urban transport policies for developing countries, in La politique de déplacements urbains – Outil du développement durable, Actas del Congreso Internacional CODATU VIII, El Cabo, 21-25 septiembre 1998, 59-67.

Chesnais, M., M. Dhieb y A. Daoud. (1998) Un S.I.G. pour la gestion des déplacements urbains à Sfax, Tunisie, in La politique de déplacements urbains – Outil du développement durable, Actas del Congreso Internacional CODATU VIII, El Cabo, 21-25 septiembre 1998, 423-427.

Demoraes, F. (2001) Perturbaciones en cuanto a movilidad inducidas por las fuertes lluvias caídas sobre Quito durante la noche del 12 de Diciembre de 2001, documento de trabajo interno, IRD/UEIM-DMTV-MDMQ.

D'Ercole, R., P. Pigeon, O. Baussart, V. Cambot, L. Gnemmi y J. Wattez. (2000) Analyse du système urbain d'Annecy et définition de ses enjeux, Département de Géographie – Université de Savoie.

D'Ercole, R. y P. Metzger. (2000) La vulnérabilité de Quito face à l'activité du Guagua Pichincha. Les premières leçons d'une crise durable, in Cahiers Savoisiens de Géographie, CISM, Vol III, 39-52.

Henry, E. (1998) Entreprises émergentes face aux tutelles des transports en commun, in La politique de déplacements urbains – Outil du développement durable, Actas del Congreso Internacional CODATU VIII, El Cabo, 21-25 septiembre 1998, 885-895.

MDMQ-DMT (2002) Plan Maestro de Transporte para el Distrito Metropolitano de Quito, folleto y CD-Rom interactivo.

MDMQ-DMTV (2000) Plan General de Desarrollo Territorial (PGDT), folleto y CD-Rom interactivo.

Peltre, P. (1989) Quebradas y riesgos naturales en Quito, período 1900-1988, in Riesgos Naturales en Quito, Lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi, Estudios de Geografía, Vol II, Colegio de Geógrafos del Ecuador, Corporación Editora Nacional, 45-91.

+ varios artículos de los periódicos "El Comercio" y "Hoy".

FIGURAS, TABLAS Y FOTOS

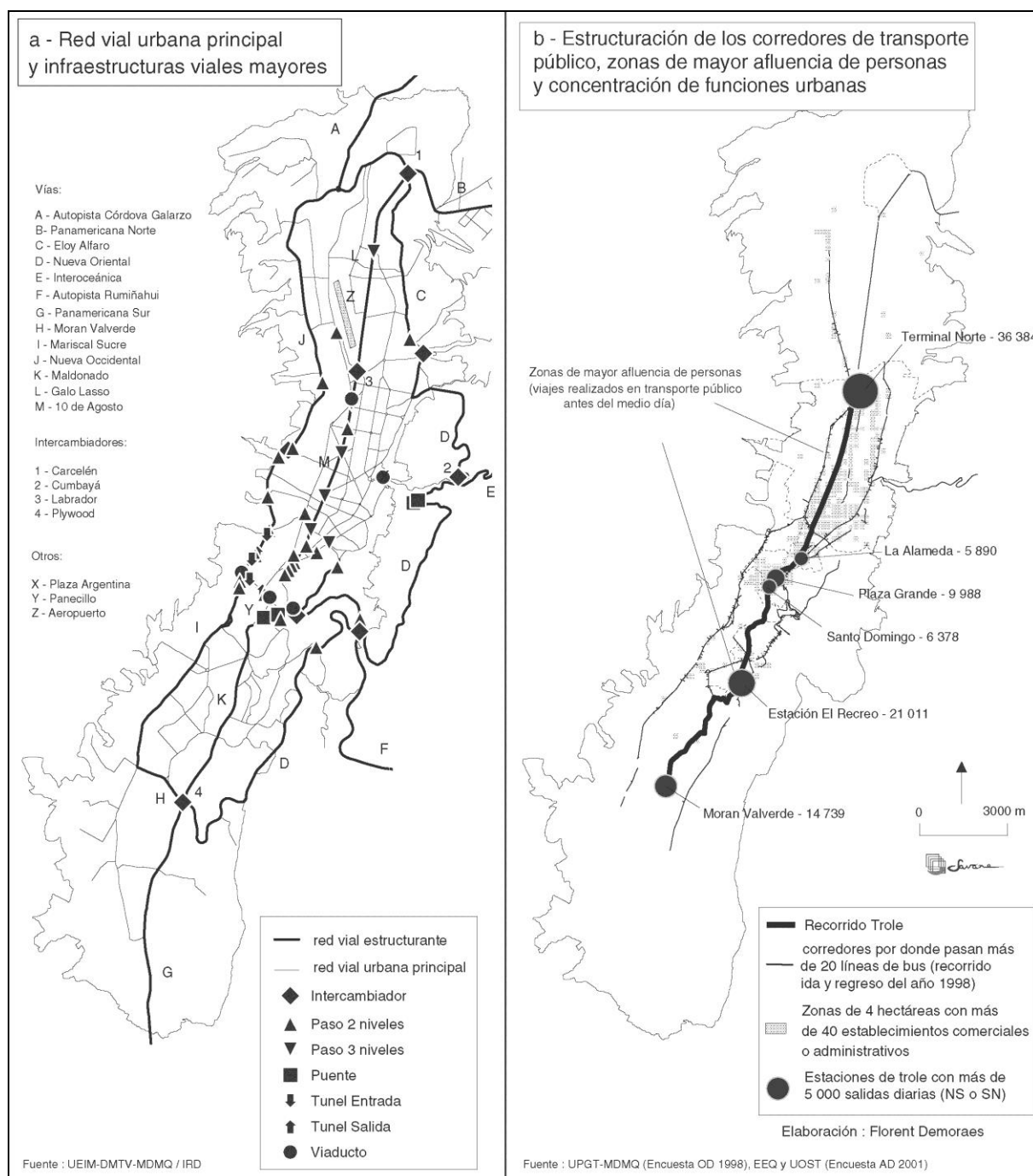


Figura 1 – Representación espacial de los elementos claves del transporte y vialidad - Ciudad de Quito – 2001
 Nota: para las estaciones del trole, las salidas diarias corresponden a los descensos de pasajeros diarios

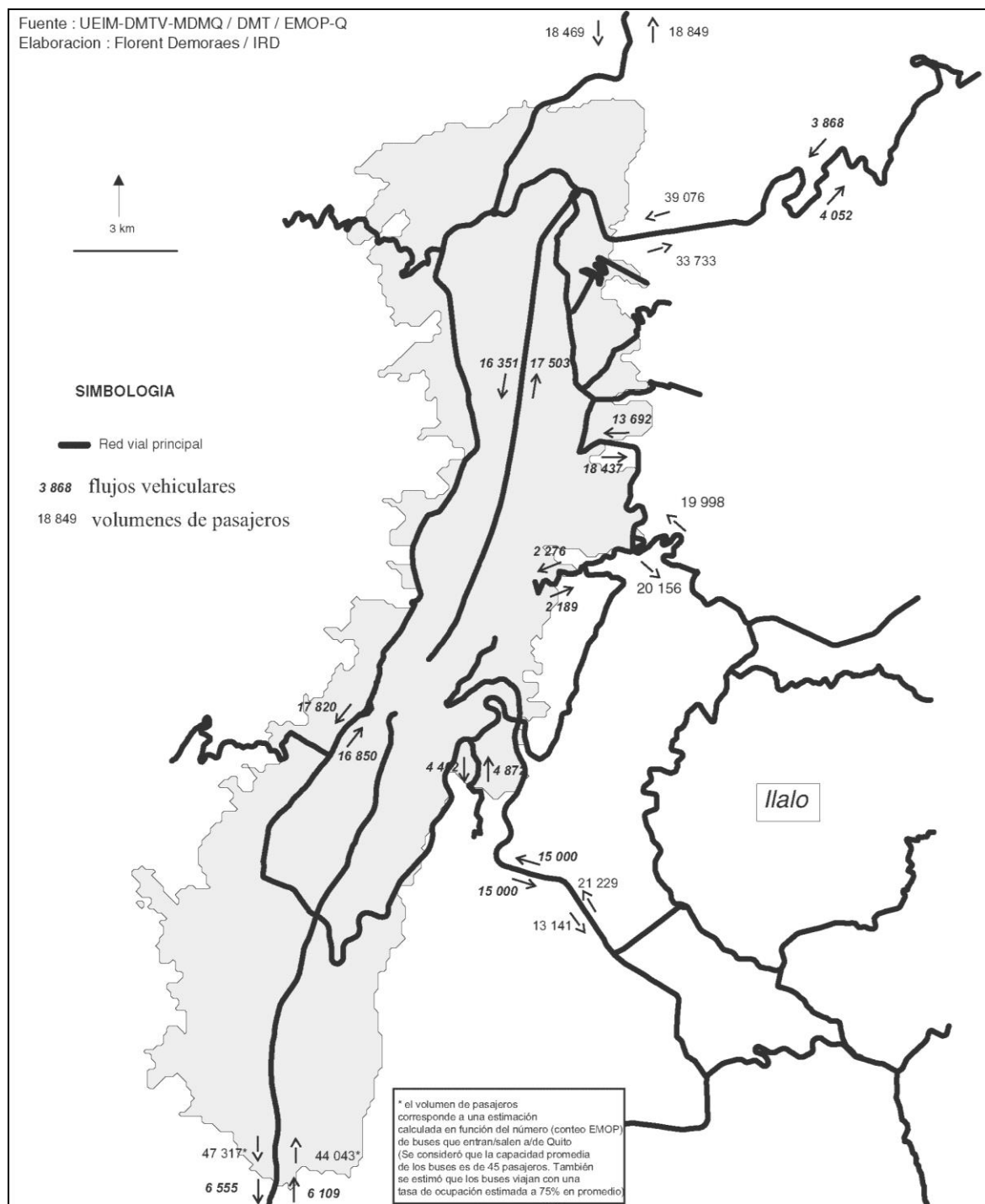


Figura 2 - Flujos vehiculares y volúmenes diarios de pasajeros en transporte colectivo en el área metropolitana

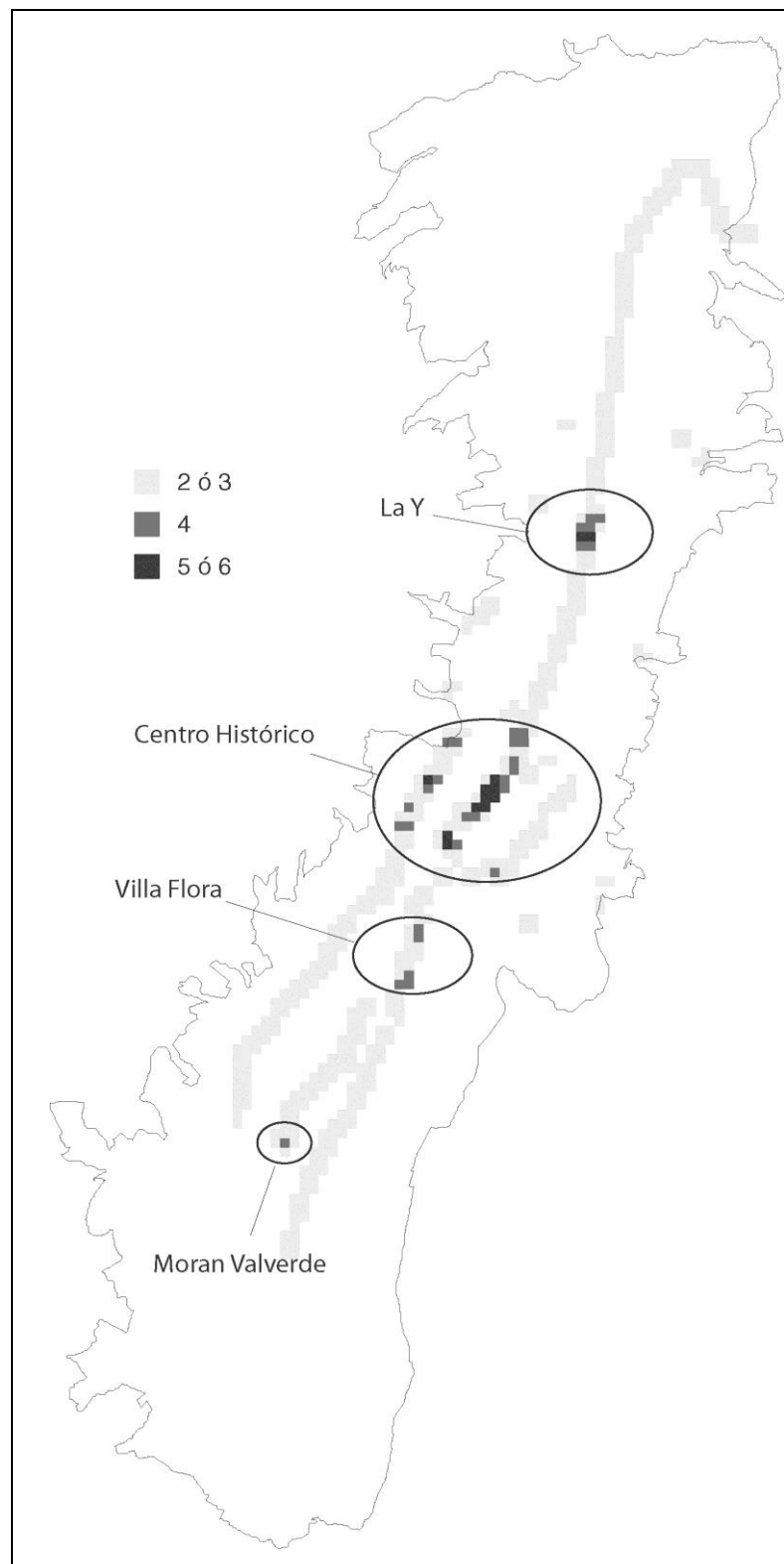


Figura 3 – Representación del cúmulo de los elementos claves del sistema de transporte por malla de 4 hectáreas y determinación de zonas de mayor interés - Ciudad de Quito – 2001

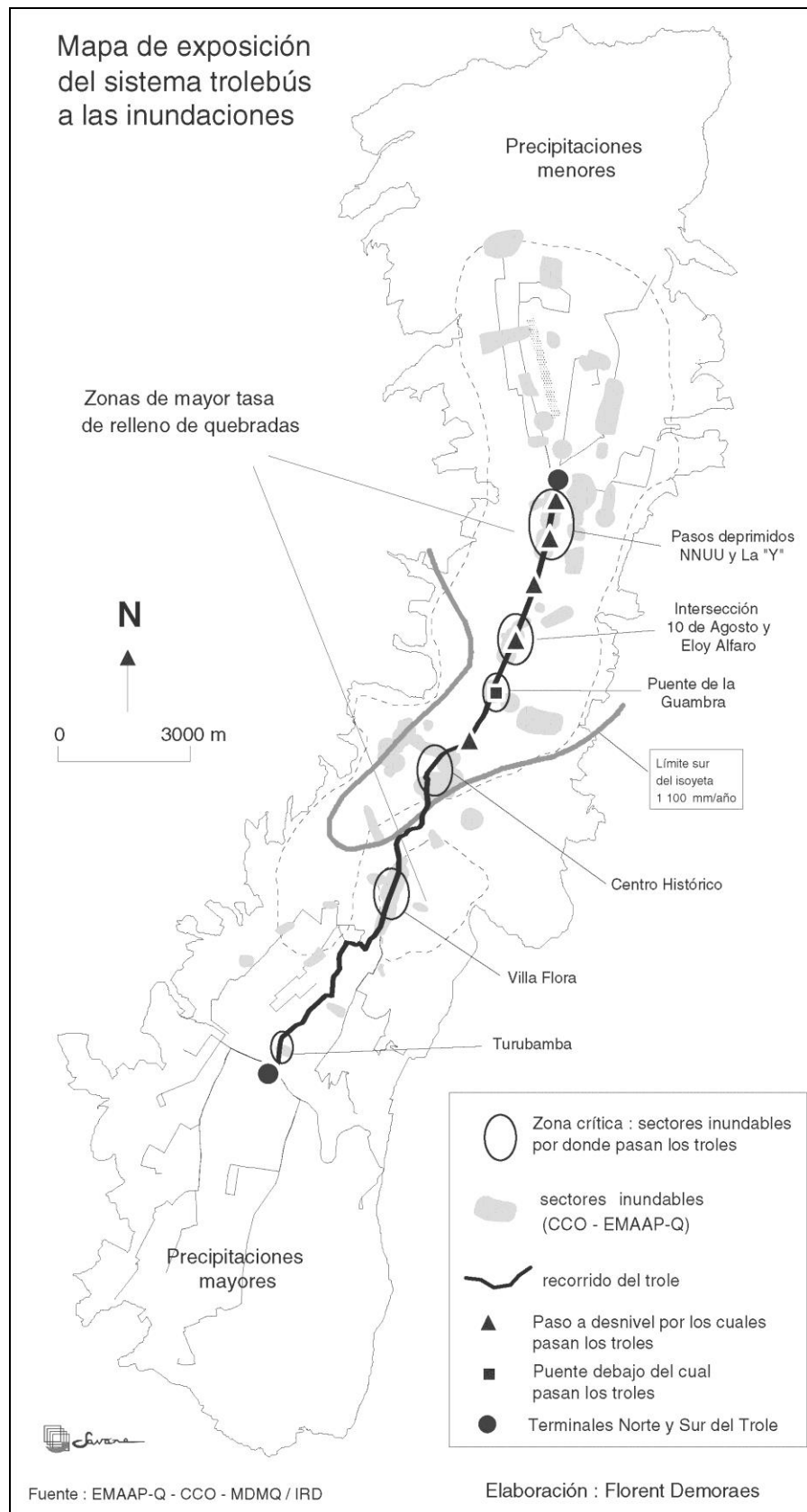


Figura 4 – El sistema de trolebús ante las inundaciones

Tabla 1: Ejemplo de efectos inmediatos inducidos por las inundaciones sobre el transporte público

ELEMENTO AFECTADO	DESCRIPCION
Unidad (medio de desplazamiento)	los buses, las unidades del trole, pueden sufrir daños al ser atrapados en los pasos deprimidos. Peligro de electrocución en el trole. Daños materiales ocasionados también en los accidentes de tráfico por la poca visibilidad y por el hecho de que la calzada se vuelva resbalosa.
Soporte físico (infraestructuras)	Inundación de los pasos deprimidos, de los parqueaderos subterráneos. Daños a las vías (elementos de la rodadura pueden moverse generando huecos). Destrucción de obras de arte mayor tales como los puentes (efecto indirecto o secundario escaso). Posibilidad de corte eléctrico en la línea de trolebus (interrupción del servicio de luz por daños a los transformadores o a las líneas). Puede haber también suspensión de la semaforización que suele volver aún más caótico el tráfico.
Prácticas de movilidad	desorganización del transporte habitual que hace que los tiempos de viaje se alargan sustancialmente durante el transcurso del fenómeno (congestion, paralización, suspensión de servicio de transporte colectivo...). Perturbación de los patrones de movilidad y de la accesibilidad en algunos casos (una infraestructura vial que sufre daños entrena un incremento en el tiempo y del costo del viaje)

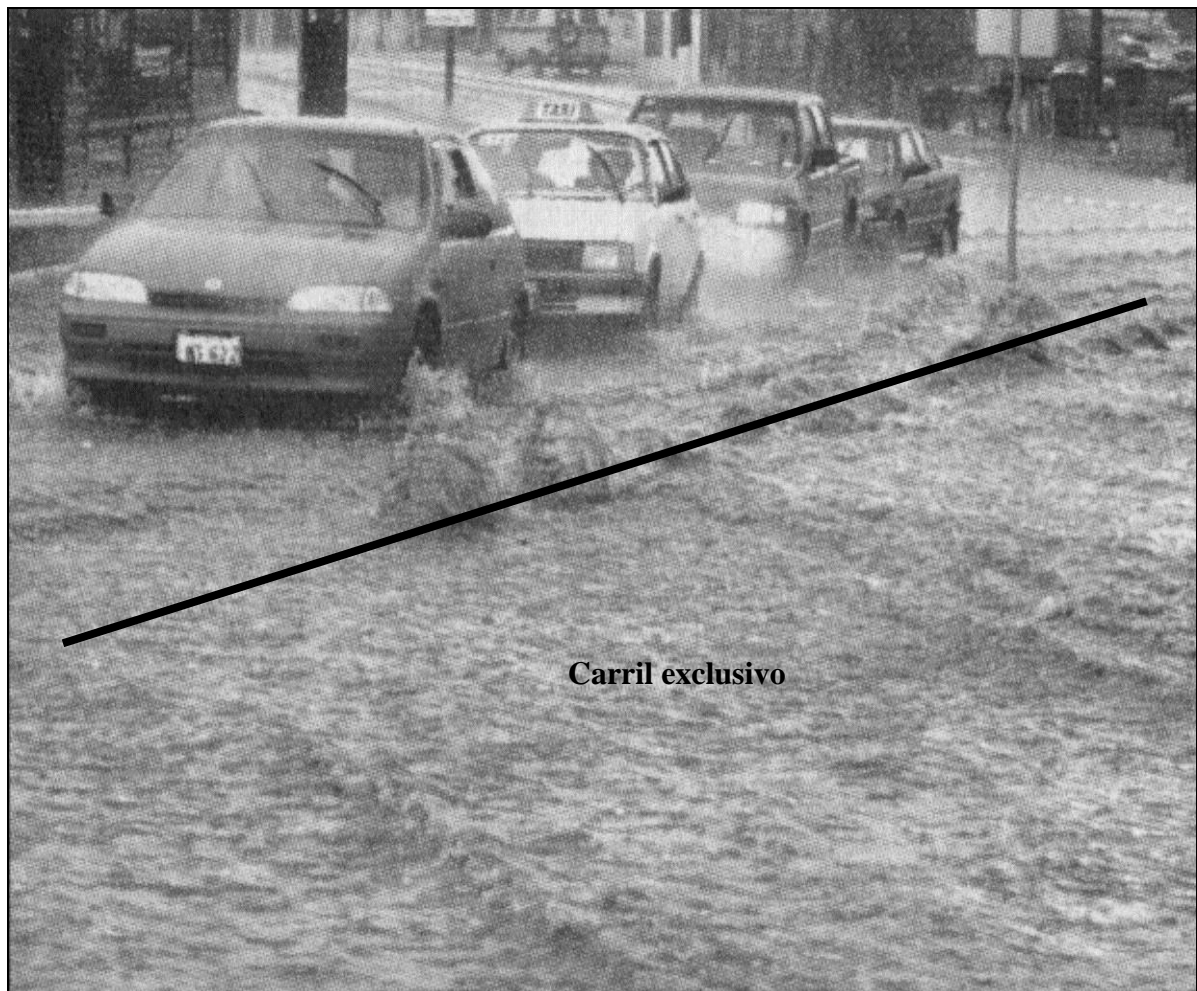


Foto 1 - Sector de El Camal (cerca de la estación Sur de El Recreo) anegadizo por las aguas (en la parte derecha se ve el carril exclusivo del trole sumergido) - (El Comercio 14/04/2000)